# บทที่ 6

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการหาความเหมาะสมในการใช้เครื่องอบแห้งลำไยเพื่ออบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอื่นโดยมีการวางแผนการอบแห้งอย่างต่อเนื่อง และทำการปรับปรุงสมรรถนะเครื่องอบแห้งเพื่อช่วยประหยัดพลังงานในการอบแห้ง และศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาคืนทุนของระบบ ในการทดลองใช้เครื่องอบแห้งลำไยพลังงานชีวมวล ความจุลำไย 300 กิโลกรัม โดยการอบแห้งอยู่ภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งแบบชั้นหนา ทำการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งพริกขี้ฟ้า ใบมะกรูด และตะไคร้ คือ ด้านความหนา และอัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกทำการทดลองอบแห้งเพื่อหาความหนาที่เหมาะสมก่อน โดยทำการทดลองที่ 30 cm 20 cm และ10 cm ตามลำดับ และในส่วนที่สองทำการทดลองโดยจะทดลองโดยใช้ความหนาที่เหมาะสมจากการทดลองในส่วนแรก เพื่อหาอัตราการนำอากาศกลับมาใช้ที่เหมาะสม จะทำการทดลองที่อัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ที่ 60% และ 80% และศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนการประหยัดพลังงานจากการอบแห้งทั้ง 2 แบบคือ แบบที่มีและไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ในการศึกษาส่วนสุดท้ายเป็นการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง โดยการติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์ขนาด 5 $m^2$ เพื่ออุ่นอากาศใช้แทนอากาศแวดล้อมก่อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แล้วทำการศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานในการอบแห้งอีกครั้งหนึ่ง จากผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1.1 ผลการทดลองการอบแห้ง

สำหรับการอบแห้งพริกขี้ฟ้าซึ่งใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 80 °C ความหนาชั้นผลิตภัณฑ์ 20 cm เป็นความหนาที่เหมาะสม อบแห้งพริกขี้ฟ้าน้ำหนัก 200 kg ที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 72 มาตรฐานเปียก ลดลงเหลือร้อยละ 12 มาตรฐานเปียก จากผลการทดลองอบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งประมาณ 15 ชั่วโมง ใช้พลังงานจำเพาะในการอบแห้ง 12.95 MJ/kg $H_2O$ evap สำหรับการอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่

โดยใช้อัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ที่เหมาะสม คือร้อยละ 80 ของอากาศอบแห้งทั้งหมด ปรากฏว่าระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นเป็น 17 ชั่วโมง แต่ก็สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 21 โดยใช้พลังงานจำเพาะ 10.23 MJ/kg $H_2O$ evap

การอบแห้งใบมะกรูดใช้อุณหภูมิอากาศในการอบแห้ง 60 °C อบแห้งที่ความหนา 30 cm เป็นความหนาที่เหมาะสม ในการอบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 7 ชั่วโมง อบแห้งใบมะกรูดน้ำหนัก 25 กิโลกรัม ที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 65 มาตรฐานเปียก จนลดลงเหลือร้อยละ 10 มาตรฐานเปียก ใช้พลังงานจำเพาะในการอบแห้งเท่ากับ 18.26 MJ/kg $H_2O$ evap และในการอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ ระยะเวลาในการอบแห้ง 6 ชั่วโมงเท่ากัน ใช้อัตราส่วนอากาศเวียนกลับร้อยละ 80 ของอากาศอบแห้งทั้งหมด ใช้พลังงานจำเพาะในการอบแห้ง 14.26 MJ/kg $H_2O$ evap สามารถประหยัดพลังงานในการอบแห้งได้ร้อยละ 21.9 และในส่วนการทดลองอบแห้งหลังการปรับปรุงเครื่องอบแห้งด้วยการติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์เพื่ออุ่นอากาศก่อนนำไปใช้ จากการทดลองที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าเฉลี่ย 831.82 $W/m^2$ สามารถเพิ่มอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนได้ 19.3°C จากอุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ย 28.5°C มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 10.98 MJ/kg $H_2O$ evap สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 23 เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการอบแห้งกับการอบแห้งก่อนปรับปรุงเครื่องอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ และสามารถประหยัดพลังงานรวมทั้งหมดร้อยละ 39.8 โดยเปรียบเทียบกับการอบแห้งแบบไม่นำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ก่อนการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง

การอบแห้งตะไคร้ใช้อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 70 °C ในการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งคือ ความหนาชั้นผลิตภัณฑ์ 30 cm ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 7 ชั่วโมง ทดลองอบแห้งตะไคร้น้ำหนักตะไคร้เริ่มต้น 80 kg ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 77% มาตรฐานเปียก จนกระทั่งเหลือความชื้นประมาณ 11% มาตรฐานเปียก มีการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งเท่ากับ 9.12 MJ/kg $H_2O$ evap ส่วนของการอบแห้งโดยมีการใช้อัตราส่วนการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ร้อยละ 80 ของอากาศอบแห้งทั้งหมด ระยะเวลาในการอบแห้ง 7 ชั่วโมง สิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งเท่ากับ 7.25 MJ/kg $H_2O$ evap สามารถประหยัดพลังงานในการอบแห้งได้ร้อยละ 20.5 ของพลังงานที่ใช้อบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ และการทดลองหลังปรับปรุงเครื่องอบแห้ง จากการใช้แผงรับรังสีอาทิตย์ในการอุ่นอากาศที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 810 $W/m^2$ สามารถเพิ่มอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนได้ 16.5°C จากอุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ย 28.5 °C สิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งเท่ากับ 5.54 MJ/kg

$H_2O$ evap สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 23.6 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานในการอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ก่อนการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง และสามารประหยัดพลังงานทั้งหมดได้ร้อยละ 39.2 เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งแบบไม่นำอากาศกลับมาใช้ก่อนปรับปรุงเครื่องอบแห้ง

1.2 ระยะเวลาคืนทุนของระบบอบแห้ง

ในการวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องอบแห้งอบแห้ง โดยไม่คิดการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง โดยพิจารณาจากเงื่อนไขการอบแห้งลำไยอย่างเดียว เปรียบเทียบกับการอบแห้งแบบต่อเนื่องโดยมีการวางแผนการอบแห้งที่เหมาะสม เมื่อทำการคำนวณระยะเวลาคืนทุนของการอบแห้งทั้งสองแบบ พบว่า การอบแห้งแบบต่อเนื่องให้ระยะเวลาการคืนทุนเท่ากับ 0.72 ปี ในขณะที่การอบแห้งลำไยอย่างเดียวต่อปี มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1.15 ปี การอบแห้งแบบต่อเนื่องสามารถลดระยะเวลาคืนทุนได้ 0.43 ปี และเมื่อมีการปรับปรุงเครื่องอบแห้งด้วยการติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์ มีระยะเวลาคืนทุน 0.69 ปี สามารถลดระยะเวลาคืนทุนได้ 0.46 ปี จากการปรับปรุงเครื่องอบแห้งสามารถประหยัดเชื้อเพลิงในการอบแห้ง ซึ่งจะสามารถลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิงลงและเป็นส่วนที่ทดแทนเงินในการลงทุนปรับปรุงเครื่องอบแห้งได้

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ในการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งลำไยพลังงานชีวมวล ซึ่งยังต้องมีผู้ป้อนเชื้อเพลิงในการอบแห้งอยู่นั้นยังคงใช้ระยะเวลาต่อเนื่องเป็นเวลานาน จึงควรมีการปรับปรุงเพิ่มเติมในส่วนของการป้อนเชื้อเพลิงแบบต่อเนื่อง ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องเฝ้าตลอดเวลา หรืออาจใช้แหล่งเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนได้อย่างต่อเนื่องนานๆ แทน เช่น การออกแบบระบบเชื้อเพลิงจากการใช้แก๊สซิไฟเออร์มาเป็นแหล่งพลังงานแทน

2.2 เนื่องจากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลำไยนี้ เป็นการอบแห้งที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งแบบชั้นหนา ซึ่งในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการอบแห้งแบบชั้นบาง ควรเพิ่มถาดวางผลิตภัณฑ์ เพื่อจะสามารถใช้งานในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายขึ้น

2.3 ควรมีการออกแบบอุปกรณ์ช่วยกระจายลมร้อนภายในห้องอบแห้งให้มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอมากขึ้นและควรหุ้มฉนวนที่ท่อลมร้อนเพื่อลดการสูญเสียความร้อนในส่วนนี้